



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

E.A.P. DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS

Análisis de fluidos hidráulicos para maquinaria pesada

MONOGRAFÍA

Para optar el Título de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Melchor Junior Sevilla Cabrejos

LIMA – PERÚ
2014

Dedico este trabajo a mis padres que con su abnegado apoyo han permitido que realice mis estudios profesionales.

A mis profesores en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos por sus valiosas enseñanzas y dedicación a los alumnos.

INDICE

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1.- ANTECEDENTES	7
1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.3.- OBJETIVOS	8
1.3.1.- Objetivo General	8
1.3.2.- Objetivos Específicos	8
1.4.- UBICACIÓN	9

CAPITULO II: MARCOTEORICO 10

2.1.- INGENIERIA DEL MANTENIMIENTO	10
2.1.1.- ¿Que es mantenimiento?	10
2.1.2.- Historia y evolución del mantenimiento	10
2.2.- FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO	11
2.2.1.- Pautas de mantenimiento	11
2.2.2.- Reparaciones Programadas.	11
2.2.3.- Programa de recambio de componentes	11
2.3.- ENEMIGOS QUE ATENTAN CONTRA EL MANTENIMIENTO	12
2.3.1.- El desgaste.	12
2.3.2.- La suciedad.	12
2.3.3.- El calor.	12

2.4.- SISTEMAS QUE REQUIEREN MANTENIMIENTO EN LA FLOTA	
KOMATSU	12
2.4.1.- Sistema de combustible.	12
2.4.2.-Sistema de Refrigeración	13
2.4.3.-Sistema de lubricación	13
2.5.- TIPOS DE MANTENIMIENTO	14
2.5.1.- Mantenimiento No planificado.	14
2.5.1.1. - Mantenimiento Correctivo.	15
2.5.2.- Mantenimiento Planificado.	15
2.5.2.1.- Mantenimiento de Mejora.	15
2.5.2.2.- Mantenimiento Preventivo.	15
2.5.2.3.- El mantenimiento basado en el tiempo.	15
2.5.2.4.- El mantenimiento basado en la condición (M. predictivo).	15
2.5.2.5.- Mantenimiento productivo Total (TPM).	16
2.5.2.6.- Mantenimiento centrado en la Confiabilidad (RCM).	17
2.6.- CAMIÓN KOMATSU 930E-3&4.	18
2.6.1.- Camión y Motor.	18
2.6.2.- Alternador principal.	19
2.6.3.- Ruedas motorizadas con tracción por inducción AC	20
2.6.4.-Suspensión	21
2.6.5.- Cabina del Operador.	22
2.6.6.- Servodirección.	23
2.6.7.- Retardo Dinámico.	24
2.6.8.- Sistema de Frenos.	25

CAPITULO III: ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS LUBRICANTES

3.1.- ANALISIS DE ACEITE	26
3.1.1.- Función del aceite.	26
3.1.2.-Viscosidad	26
3.1.3.- Índice de viscosidad.	26
3.1.4.-Punto de fluidez.	26
3.2.- CLASIFICACION DE LOS ACEITES DEACUERDO A SU COMPOSICIÓN	27
3.2.1.- Aceites Minerales	27
3.2.2.- Aceites Sintéticos	27
3.3.-TIPOS DE ANALISIS.	27
3.3.1.- Detección de elementos de desgaste	27
3.3.2.- Análisis de la condición del aceite	27
3.3.3.- Prueba Físicas	28
3.3.4.-Conteo de Partículas.	28
3.3.5.- Viscosidad	28
3.3.6.- Índice PQ	29
3.4.-ANALISIS DE ELEMENTOS	29
3.5.- DISPONIBILIDAD.	31
3.5.1.- Disponibilidad Contractual (DC).	31
3.5.2.- Disponibilidad Física (DF).	32
3.6.- UTILIZACIÓN (UT).	32
3.7.- TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBS).	33
3.8.- TIEMPO PROMEDIO POR REPARACIÓN (MTTR).	33
3.9.- TIEMPO PROMEDIO ENTRE REPARACIÓN (MTBS)	34
3.10.- CONCEPTO DE Δ MP (Desviación de MP)	35
3.11.- CONFIABILIDAD	35
3.12.- CONCEPTO % PROGRAMADO vs IMPREVISTO	36

CAPITULO IV: ESTUDIO DEL CASO REAL	37
4.1.- REPORTE DE ANALISIS DE ACEITE	37
4.2.-REPORTE DE GESTIÓN SOUTHERN PERU COOPER CORPORATION (SPCC)	41
4.2.1.- Resumen Ejecutivo – “Flota de camiones Komatsu 930E-3&4	41
4.2.2.- Disponibilidad	42
4.3.- INDICADORES DE GESTIÓN	43
4.3.1.- Resumen de Horómetros	43
4.3.2.- Precisión de servicio	44
4.3.3.- Utilización	44
4.3.4.- Tiempo promedio entre fallas	45
4.3.5.- Tiempo promedio entre reparaciones.	45
4.3.6.- Tiempo promedio por reparación.	46
4.3.7.- Confiabilidad	46
4.3.8.- Número de paralizaciones programadas vs las no programadas 930E-3&4	47
4.3.9.- Horas por paralizaciones programadas vs las no programadas 930E-3&4	47
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFIA	50
ANEXOS	
PLANO	

LISTA DE FIGURAS.

Figura N° 1.0: “Ubicación Geográfica del Proyecto”	9
Figura N° 1.1: “Camión Komatsu 930E- 4”	18
Figura N° 1.2: “Alternador principal de camión Komatsu”	19
Figura N° 1.3: “Ruedas motorizadas de camión Komatsu”	20
Figura N° 1.4 Suspensiones Delanteras y Posteriores de camión Komatsu	21
Figura N° 1.5 Cabina de Operador de camión Komatsu	22
Figura N° 1.6 Acumuladores de dirección de camión Komatsu	23
Figura N° 1.7 Barra de dirección de camión Komatsu	23
Figura N° 1.8 Sistema de Retardo de camión Komatsu	24
Figura N° 1.9 Conjunto de freno de camión Komatsu	25

LISTA DE CUADROS.

Cuadro N° 1.1: “Análisis de aceite camión Komatsu K-114”	37
Cuadro N° 1.2: “Análisis de aceite camión Komatsu K-107”	37
Cuadro N° 1.3: “Análisis de aceite del sistema hidráulico”	38
Cuadro N° 1.4: “Análisis de aceite de Mando Final Izquierdo”	39
Cuadro N° 1.5: “Análisis de aceite de Mando Final Derecho”	40
Cuadro N° 1.6: “Paradas con mayor impacto en los camiones Komatsu 930E -3”	41
Cuadro N° 1.7: “Paradas con mayor impacto en los camiones Komatsu 9303-4”	42
Cuadro N° 1.8: “Disponibilidad Física”	43
Cuadro N° 1.9: “Resumen de Horómetros”	43
Cuadro N° 1.10: “Precisión de Servicio”	44
Cuadro N° 1.11: “Precisión de Servicio”	44
Cuadro N° 1.12.: “Tiempo medio entre fallas”	45
Cuadro N° 1.13: “Tiempo Medio entre Reparación”	45
Cuadro N° 1.14: “Tiempo Promedio por Reparación”	46
Cuadro N° 1.15: “Confiabilidad”	46
Cuadro N° 1.16: “Paralizaciones Programadas Vs No Programadas”	47
Cuadro N° 1.17: “Paralizaciones Programada”	47

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1.-ANTECEDENTES.

La minería a cielo abierto en el país ha crecido enormemente y esto conlleva a que las empresas mineras adquieran equipos con mayor capacidad de carga y mejor tecnología para aumentar la producción y a la vez está obligado a desarrollar una política de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad, planificación e indicadores de gestión por ello deben contar con personal altamente calificado en la gestión de mantenimiento para poder monitorear los programa de cambios de componente, elaboración de análisis de aceite y elaboración de un registro de detalle de las paralizaciones.

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En el asentamiento minero de Southern Perú CopperCorporación (SPCC) en Cuajone al momento de presentar el reporte de gestión de una flota de camiones Komatsuel valor que más resalta es la confiabilidad, porque este valor fluctúa mes a mes y esto se debe básicamente porque no hay una buena política de gestión de mantenimiento, pero a través del análisis de aceite como herramienta a la hora de planificar una estrategia de mantenimiento proactivo podemos monitorear las paradas y/o problemas que se presenten en la flota de camiones y así poder registrar y programar los mantenimientos para llegar a un punto de operación cercano al óptimo.

1.3.-OBJETIVOS

1.3.1.-OBJETIVO GENERAL.

Analizar e Interpretar los lubricantes para mejorar la competitividad en el mercado con un mínimo de deterioro de desgaste y paradas imprevistas.

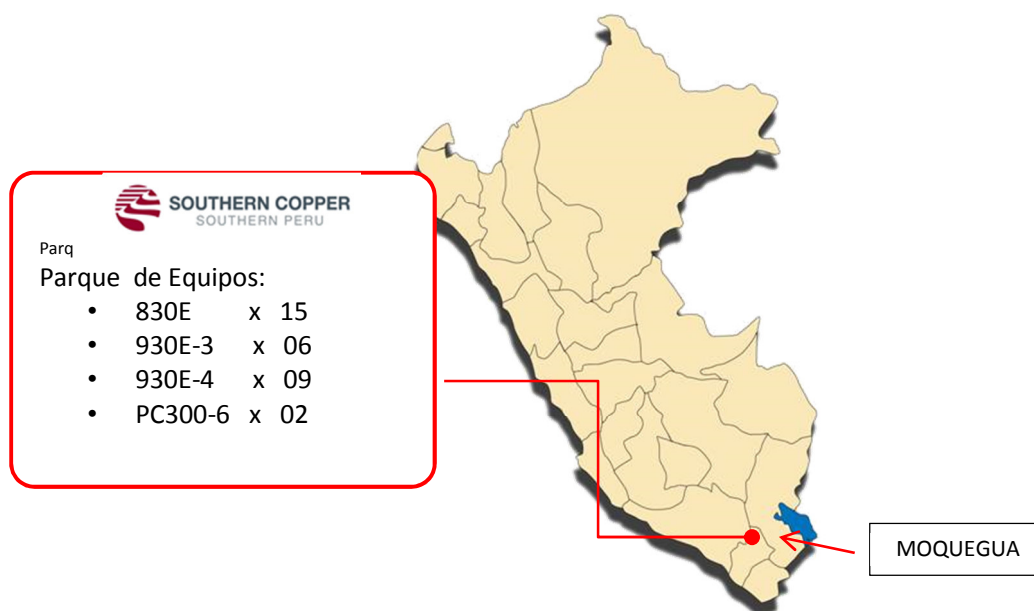
1.2.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICO.

- Mejorar la planificación y programa de actividades de mantenimiento de la flota reduciendo las detenciones y permitiendo optimizar los parámetros técnicos (costo y rendimiento).
- Medir (de forma continua y discreta) los parámetros que caracterizan el estado técnico del componente; parámetros que permitan establecer el estado real de un componente en particular y determinar su posible tiempo de explotación, hasta el momento que alcance su estado límite.
- Lograr una alerta temprana que permita planificar una parada para corregir el problema y alcanzar de esta manera una mayor disponibilidad de la máquina y una reducción de fallas catastróficas y utilizar esta información para el planteamiento de los programas de mantenimiento predictivo.
- Utilizar la información que se obtiene a través del análisis de aceite en la elaboración de planes de cambio de componentes, reparación programada y minimizar los tiempos de parada de la flota de camiones.

1.4.- UBICACIÓN.

El trabajo está basado en las fórmulas de gestión de mantenimiento de una flota de camiones Komatsu 930E-3&4 de Southern Perú Corporation (SPCC) en el asentamiento minero “Cuajone”, y como el servicio de asistencia técnica influye en la disponibilidad de los equipos de producción y esto es medible a través de los indicadores de gestión, las reparaciones imprevistas, el mantenimiento programado, informe del taller de camiones, informe del análisis de aceite del área de planeamiento y las paradas más resaltantes de la flota de camiones proporcionado por el equipo dispatch (despacho), de esta forma ver tendencias de las paradas por tipo de falla y mejorar el tiempo de mantenimiento.

Figura 1.0 Ubicación Geográfica del Proyecto



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.- INGENIERIA DE MANTENIMIENTO.

2.1.1.- ¿Que es Mantenimiento?

Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

El mantenimiento es una compleja actividad técnico – económica que tiene por finalidad la conservación de los activos de la empresa, maximizando la disponibilidad de los equipos, tratando que su gestión se lleve a cabo al menor costo posible.

2.1.2.- Historia y evolución del mantenimiento.

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado por diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargan de las reparaciones de los equipos.

Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a las tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción.

Las tareas en esta época eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

A partir de la primera guerra mundial y sobre todo de la segunda, aparece el concepto de Fiabilidad y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino sobre todo prevenirlas y actuar para que no se produzca.

2.2.- FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO.

Aplicación inteligente de tecnologías modernas y uso efectivo de la data transformada en información, en una flota de camiones mineros la planificación y programación de actividades de mantenimiento contemplan 3 actividades principales

2.2.1.- Pautas de Mantenimiento.

Las pautas de mantenimiento giran en torno a las paradas con mayor impacto en la disponibilidad de la Flota 930E, e incidir en el cuidado regular de la máquina para aumentar su eficiencia y su productividad.

2.2.2.-Reparaciones Programadas.

Es un análisis de levantamiento de la información del equipo determinando a través del estado del componente y de las horas de trabajo se programa su reparación en los talleres.

2.2.3.-Programa de Recambio de Componentes.

Está basada en el control de riesgos usando una política de reparación o reemplazo de fallas utilizando como parámetros las horas trabajadas y la vida estimada del componente.

2.3.- ENEMIGOS QUE ATENTAN CONTRA EL MANTENIMIENTO.

2.3.1.-El Desgaste.

Para proteger las piezas móviles del desgaste en una flota de camiones, es saber elegir el tipo de aceite y grasa para cada sistema.

2.3.2.-La Suciedad.

Todo sistema hidráulico está expuesto a la suciedad, por ello es que se instalan filtros que retienen las partículas que puedan ingresar del medio ambiente, es por eso que se debe almacenar cuidadosamente el aceite, la grasa y combustible para proteger el interior.

2.3.3.- El Calor.

Para proteger la máquina contra el calor se debe elegir un refrigerante de buena calidad que cumpla con las especificaciones técnicas del fabricante.

2.4.- SISTEMAS QUE REQUIEREN MANTENIMIENTO EN LA FLOTAKOMATSU.

2.4.1.-Sistema de combustible.

El combustible además de alimentar el sistema, cumple las funciones de: Lubricar, limpiar y enfriar los elementos de éste. Por esta razón, el combustible debe mantenerse en óptimas condiciones de limpieza siendo el factor más importante el sistema de filtros, los que deben cambiarse de acuerdo a las pautas de mantención y a las necesidades de operación.

El sistema de combustible incluye, los filtros, bombas, válvula moduladora, sensores, múltiple de alta presión, inyectores y múltiple de retorno. El combustible es aspirado del estanque por la bomba y dirigido al filtro pro 40, filtros secundarios, bomba de alta presión, múltiple común e inyectores. El exceso de combustible retorna al estanque a través del múltiple de retorno. El filtro pro 40 es un filtro de seguridad que se encarga de filtrar el petróleo y decantar el agua que puede provenir del estanque. Cada vez que se cambia este filtro es necesario decantar todo el petróleo existente en él.

2.4.2.-Sistema de Refrigeración.

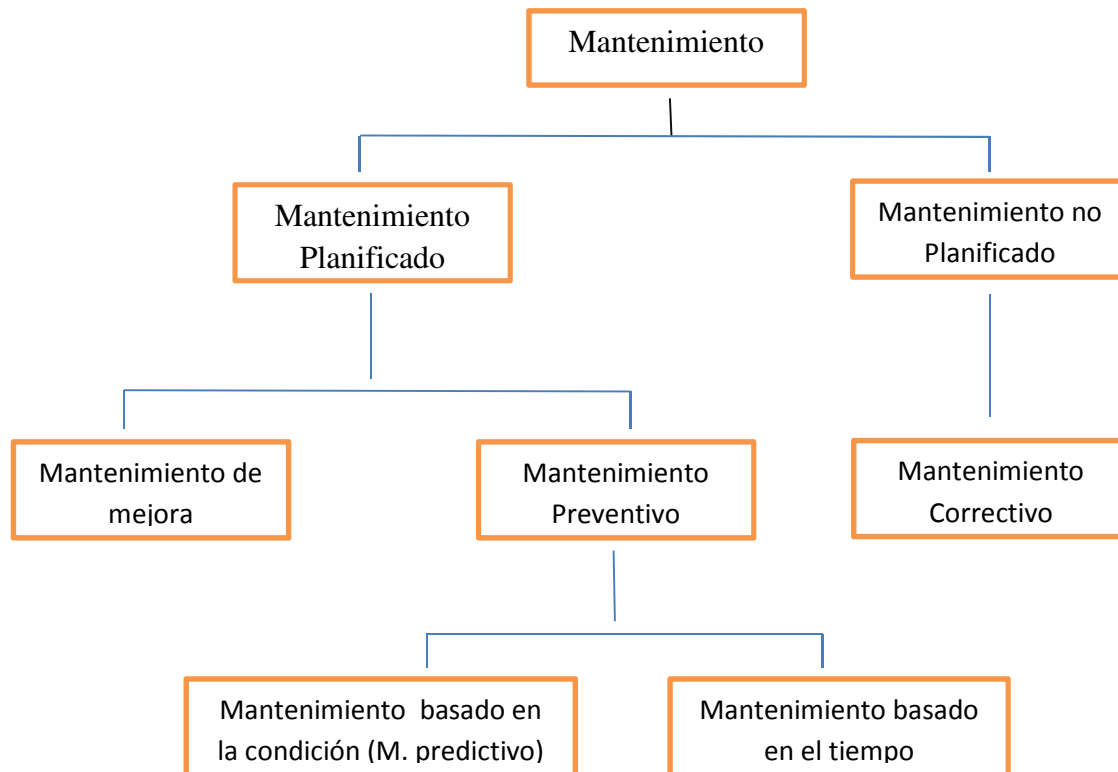
El enfriamiento del motor se realiza por medio de circulación de agua a través de las camisas, movida por una bomba principal centrífuga montada en la parte delantera derecha del motor. Dicha bomba también se encarga de hacer circular refrigerante a través de los intercoolers trasero y delantero, para así enfriar el aire que es comprimido por los tubos de baja presión.

2.4.3.-Sistema de lubricación.

- 1.- Bomba de aceite en el carter.
- 2.-Sistema de enfriamiento de pistón con presión controlada.
- 3.-Enfriadores de aceite.
- 4.-Filtro centrifugo

2.5.-TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Vamos a trabajar nuestro mantenimiento, desde una estructura de las estrategias del mantenimiento como se muestra en el diagrama siguiente:



Las principales estrategias o tipos de mantenimiento y sus características se describen a continuación.

2.5.1.-Mantenimiento No Planificado.

2.5.1.1.- Mantenimiento correctivo

Se aplica en un determinado momento, es decir, se reparan los recursos físicos solamente cuando fallan o se averían. Su objetivo es reparar el equipo que ha fallado lo más pronto y al menor costo posible.

2.5.2.-Mantenimiento Planificado.

2.5.2.1.- Mantenimiento de mejora

Se basa en el análisis y evaluación de componentes y sistemas del camión en base a pruebas en el campo y análisis de lubricantes.

2.5.2.2.- Mantenimiento preventivo

En este sistema se planifican En los trabajos de conservación tales como lubricación,limpieza y ajuste, y se efectúan inspecciones de acuerdo con un plan previo; las reparaciones preventivas que se efectúan dependen del resultado de la inspección. Combina el mantenimiento basado en el tiempo con el mantenimiento basado en la condición

2.5.2.3.- El mantenimiento basado en el tiempo.

Consiste en realizar inspecciones, limpieza y reemplazo de piezas en periodos preestablecidos

2.5.2.4.- El mantenimiento basado en la condición (M. Predictivo).

El mantenimiento predictivo es una modalidad avanzada de mantenimiento preventivo para diagnosticar en forma precisa las condiciones del equipo, mediante equipos sofisticados de medición y

Ensayos no destructivos a partes del equipo que son muy costosas a las que no se les puede permitir fallar en forma imprevista debido a los riesgos para el operario por las altas pérdidas que se producirían en caso de avería. Comúnmente los parámetros de operación a monitorear incluyen:

1. Vibración
2. Temperatura
3. Ruido
4. Análisis de aceite
5. Corriente
6. Velocidad
7. Presión
8. Flujo.

2.5.2.5.- Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Es una estrategia que contribuye a la eficacia y la a rentabilidad de la producción, basándose en el mantenimiento productivo y en el principio de que la mejora de los equipos debe implicar a toda la organización, desde los operadores hasta los altos, niveles directivos, tal como lo hace la calidad total.

Un pilar fundamental del TPM es el mantenimiento autónomo, en el que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de los equipos bajo su responsabilidad, los mantienen en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad para detectar problemas potenciales antes de que estos ocasionen averías.

2.5.2.6.- Mantenimiento Centrado en la confiabilidad. (RCM)

Se encarga de optimar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de fallas de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones.

Principios de RCM.

1.- Orientado a la función.

Se orienta a preservar la función en el tiempo.

2.- Enfocado en el sistema.

Se orienta a preservar la función de sistemas completos más que a los componentes o equipos individuales.

3.- Centrado en confiabilidad.

Busca conocer la probabilidad condicional de la falla.

4.- Reconoce las limitaciones del diseño.

El diseño define la confiabilidad más que el mantenimiento, aunque puede aportar antecedentes para mejorarlo.

5.- Define una falla como una condición no satisfactoria.

Puede ser una pérdida de la función (la operación se define) o del rendimiento (la operación continua).

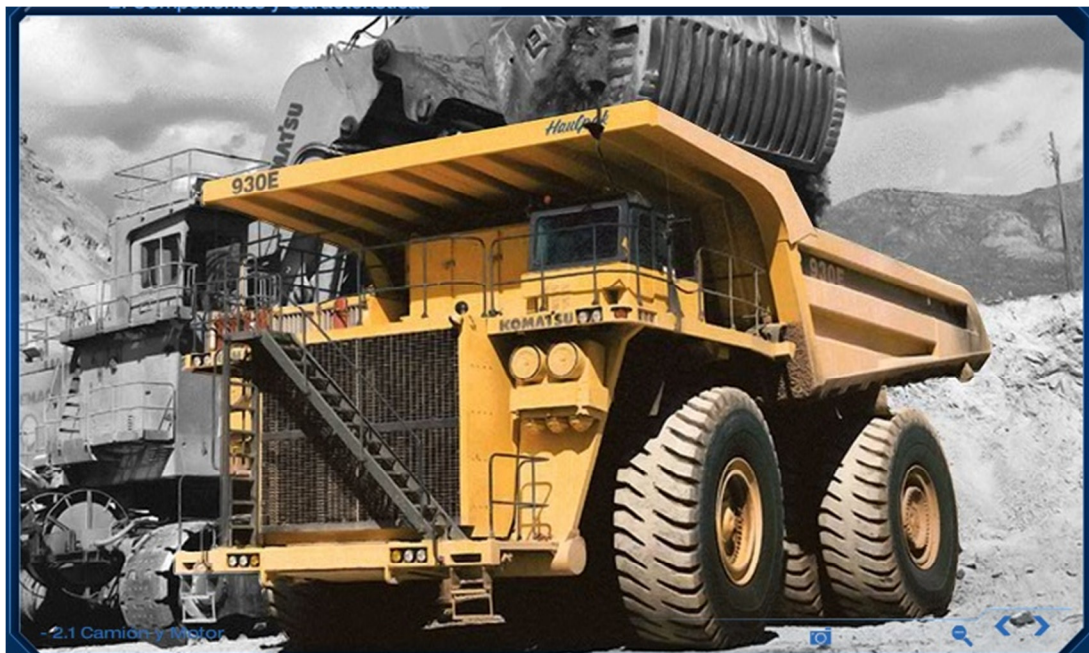
2.6.-CAMIÓN KOMATSU 930E-3&4

El camión Komatsu 930E se ha proyectado para acarreo de alta producción y bajo costo por tonelada en aplicaciones de minería y construcción ofreciendo una operación confiable de larga duración y una robusta construcción para garantizar larga duración con bajo costo de operación.

2.6.1.-CAMION Y MOTOR

El Camión Tolva 930E-4 es un camión tolva, para uso fuera de carretera, de volteo hacia atrás con sistema de mando eléctrico AC. El peso bruto del vehículo es de 1.100.000 lbs. (498 960 kg.). El motor es un Komatsu SSDA16V160 de capacidad nominal @ 2700 HP (2014 kW).Potencia Nominal Frenos 2700HP (2014kW) @ 1900 RP.

Figura 1.1 Camión Komatsu 930E-4

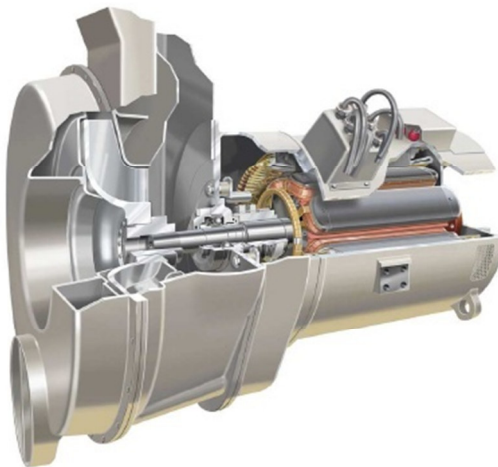


Fuente: Manual de servicio Komatsu

2.6.2.-ALTERNADOR PRINCIPAL

El motor diesel acciona un alternador en línea a velocidad del motor. El alternador produce corriente AC que es rectificadora a DC dentro del gabinete de control principal. La corriente DC rectificada se vuelve a convertir en AC por medio de grupos de dispositivos llamados “inversores”, también dentro del gabinete de control principal. Cada inversor consta de seis módulos de fase bajo el control de un convertidor de potencia accionador de compuerta (GDPC). Los dos GDPC controlan la operación de cada módulo de fase. Cada módulo de fase contiene interruptores semiconductores pareados positivos y negativos conocidos como transistores bipolares de compuerta aislados (IGBT). Los IGBT activan y desactivan un ciclo a diversas frecuencias para crear una señal de energía AC desde el suministro DC. La señal de energía AC producida por cada inversor es una señal de voltaje variable y frecuencia variable (VWF). La frecuencia y el voltaje se cambian para ajustarse a las condiciones de operación

Figura 1.2 Alternador principal de camión Komatsu

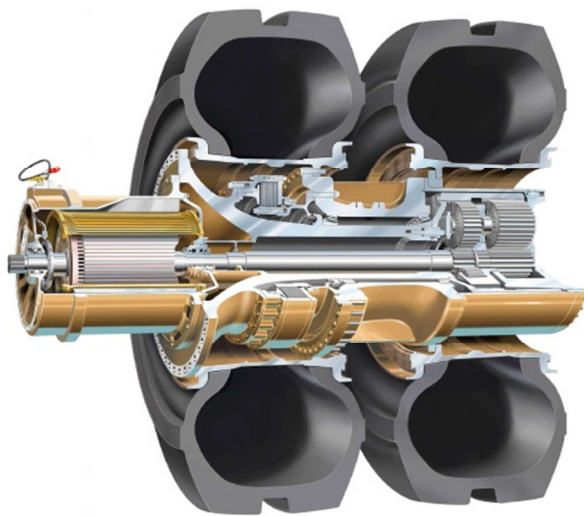


Fuente: Manual de servicio Komatsu

2.6.3.- RUEDAS MOTORIZADAS CON TRACCION POR INDUCCION AC

La salida del alternador suministra energía eléctrica a los dos motores de rueda que van en la caja del eje trasero. Las ruedas motorizadas utilizan motores de inducción AC trifásicos con energía AC de onda total. Los dos motores de rueda convierten la energía eléctrica devuelta a energía mecánica a través de los trenes de engranaje incorporados dentro del conjunto del motor de la rueda. La dirección de los motores de rueda es controlada por un interruptor selector manual de avance o retroceso ubicado en la consola central.

Figura 1.3 Ruedas motorizadas de camión Komatsu

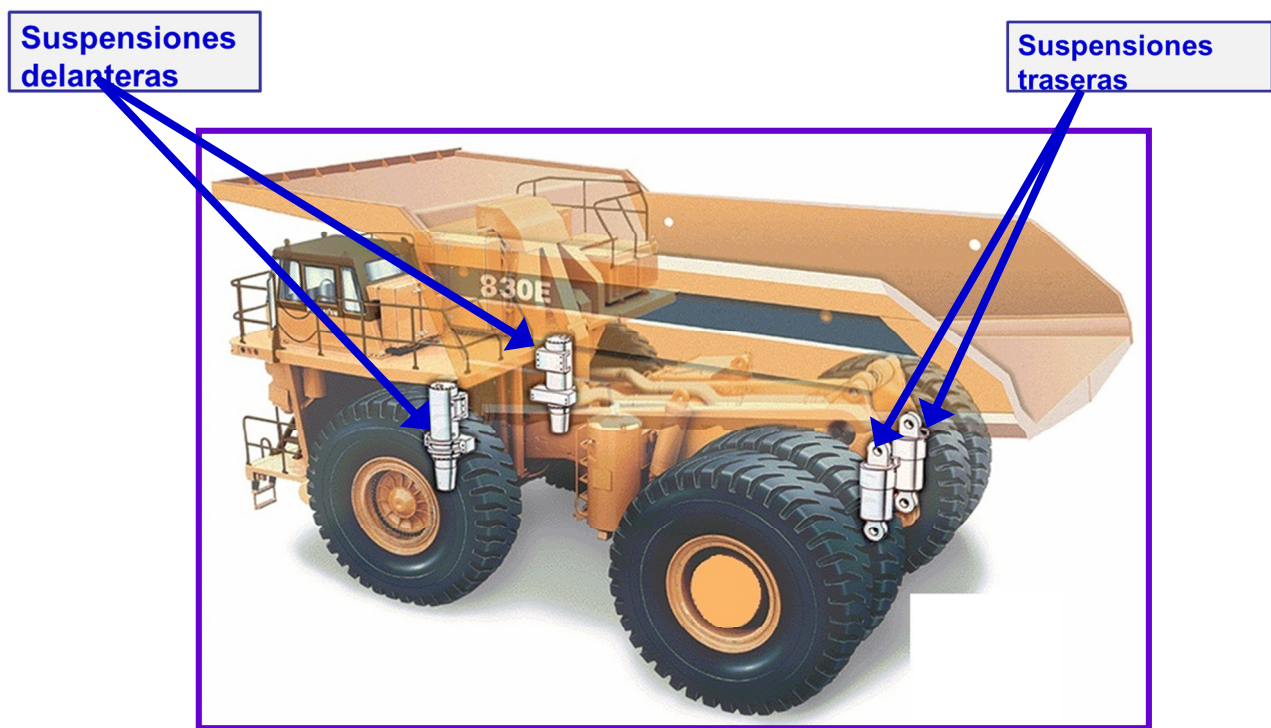


Fuente: Manual de servicio Komatsu

2.6.4.- SUSPENSION

Los cilindros de suspensión HYDRAIRII[®] ubicados en cada rueda proporcionan un funcionamiento suave y cómodo para el operador y amortiguan las cargas de impacto al chasis durante el carguío y operación.

Figura 1.4 Suspensiones Delanteras y Posteriores de camión Komatsu



Fuente: Manual de servicio Komatsu

2.6.5.- CABINA DEL OPERADOR

La cabina del operador ha sido diseñada para comodidad del operador y para permitir una operación segura y eficiente del camión. La cabina proporciona gran visibilidad, con una estructura integral ROPS/FOPS, de 4 pilares, y un avanzado ambiente análogo para el operador. Incluye parabrisas de seguridad polarizado y ventanas laterales con alza vidrios, un interior de lujo con un asiento totalmente ajustable con soporte lumbar, un volante totalmente ajustable/inclinable, controles de fácil acceso para el operador, y un panel de instrumentos análogo que entrega al operador todos los instrumentos y medidores necesarios para controlar y/o monitorear los sistemas de operación del camión.

Figura 1.5 Cabina de Operador de camión Komatsu



Fuente: Manual de servicio Komatsu

2.6.6.-SERVODIRECCION

El camión está equipado con un completo sistema de servodirección que proporciona control de dirección positivo con un mínimo de esfuerzo del operador. El sistema incluye

Acumuladores cargados con nitrógeno que proporcionan de manera automática potencia de emergencia si la presión hidráulica de la dirección cae por debajo del mínimo establecido.

Figura 1.6Acumuladores de dirección de camión Komatsu



Fuente: Manual de servicio Komatsu

Figura 1.7Barra de dirección de camión Komatsu

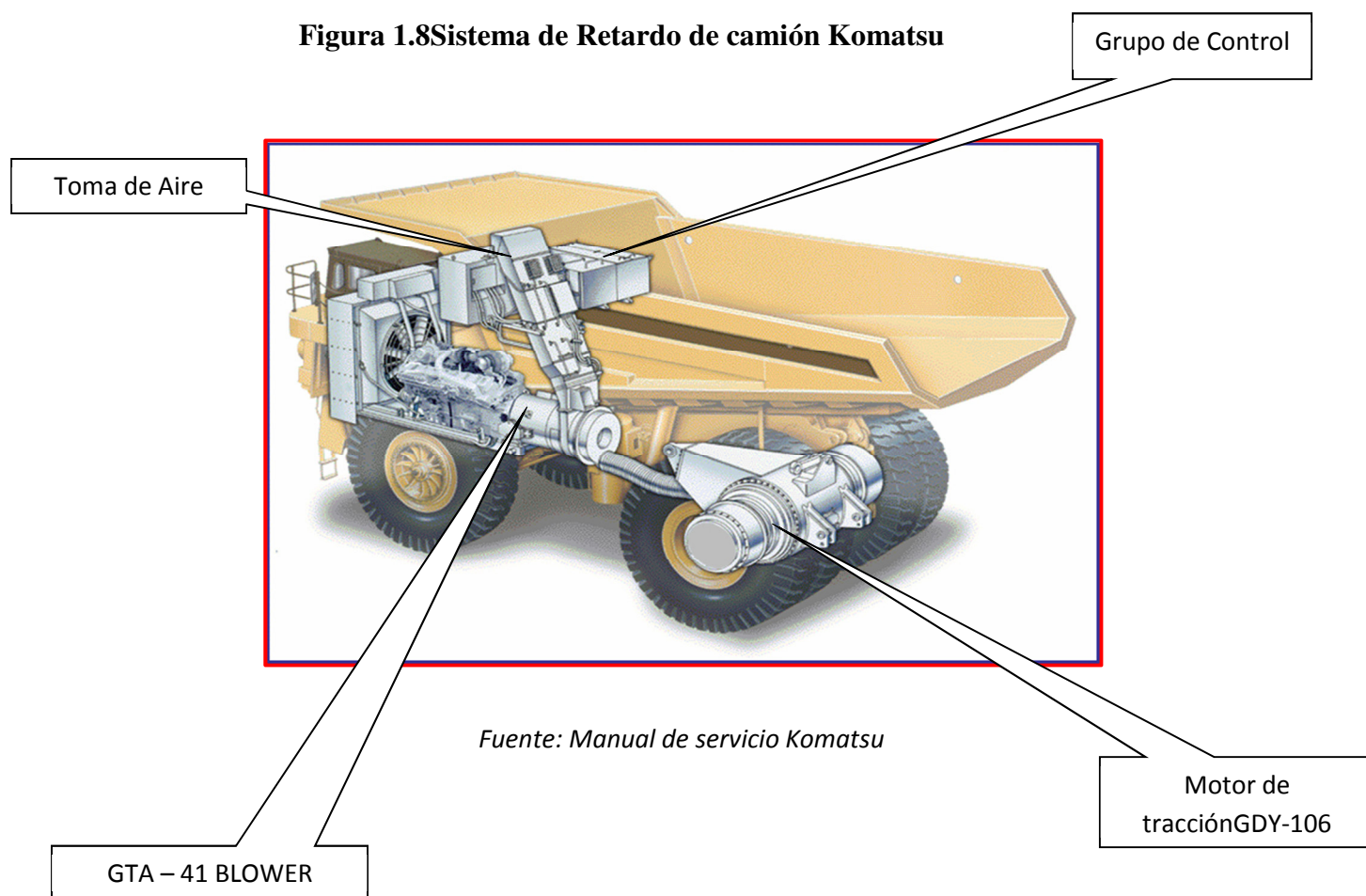


Fuente: Manual de servicio Komatsu

2.6.7.- RETARDO DINAMICO

El retardo dinámico se usa para reducir la velocidad del camión durante una operación normal o para controlar la velocidad al bajar por una pendiente. La capacidad del retardo dinámico del sistema eléctrico es controlada por el operador presionando el pedal retardador (o al operar una palanca en el volante de la dirección) en la cabina del operador y ajustando el control de velocidad del retardador (RSC). El Retardo Dinámico se activa automáticamente si el camión excede el ajuste de sobre velocidad preestablecido.

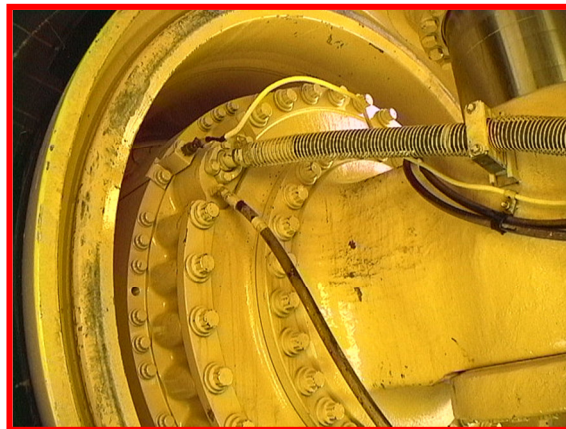
Figura 1.8 Sistema de Retardo de camión Komatsu



2.6.8.- SISTEMA DE FRENOS

Los frenos de servicio en cada rueda son frenos de disco múltiples enfriados por aceite aplicados por un sistema de accionamiento completamente hidráulico. Al presionar el pedal del freno se accionan tanto los frenos de disco delanteros como traseros después de aplicar el retardador por primera vez. Todos los frenos de rueda se aplicarán automáticamente si la presión del sistema cae por debajo del mínimo preestablecido. El freno de estacionamiento es del tipo de disco seco, montado al interior de cada rueda de motor trasera, y se aplica por resorte y se libera hidráulicamente con protección de aplicación de velocidad de la rueda (no se aplicará con el camión en movimiento).

Figura 1.9Conjunto de freno de camión Komatsu



Fuente: Manual de servicio Komatsu

CAPITULO III: ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS LUBRICANTES.

3.1.-ANALISIS DE ACEITE.

3.1.1.- Función del aceite.

Proporciona una película de aceite que reduce el contacto de metal contra metal, la fricción y el desgaste.

Es importante la selección del aceite, basándose en los requisitos del compartimiento según las especificaciones del fabricante.

3.1.2.- Viscosidad.

Es la resistencia del aceite al fluir. Calidad más importante del aceite.

A mayor viscosidad, mayor resistencia al fluir. A menor viscosidad, menor resistencia al fluir.

3.1.3.- Índice de Viscosidad.

Es la resistencia del fluido a variar su viscosidad.

3.1.4.- Punto de Fluidez.

Es la temperatura más baja a la que un lubricante puede ser vertido o puede fluir bajo condiciones específicas.

3.2.-CLASIFICACION DE LOS ACEITES DEACUERDO A SU COMPOSICION.

3.2.1.- Aceites Minerales.

Son aceites derivados de productos minerales, como el petróleo.

3.2.2.- Aceites Sintéticos.

Son lubricantes que se forman por un proceso de reacción química, en vez de por extracción y refinamiento.

3.3.- TIPOS DE ANALISIS

3.3.1.- Detección de los elementos de desgaste.

Se realiza mediante un Equipo Plasma ICP (Plasma de Acoplamiento Inductivo). Se detecta 22 elementos metálicos, Desgaste, Contaminantes y Aditivos.

Cu, Fe, Cr, Ni, Ti, V, Cd, Ag, Pb, Sn, Al, Si, Na, K, Mo, B, Ba, Ca, Mg, Mn, P y Zn.

3.3.2.- Análisis de la condición del aceite.

Se determina mediante un Espectrofotómetro Infrarrojo. Esta prueba también se conoce como FT-IR (Fourier Transform Infrared Analysis). Mide la cantidad de Hollín, Oxidación, Nitración y Azufre.

3.3.3.- Pruebas Físicas.

Las pruebas físicas confirman la presencia de Agua, Combustible y Glicol en el Aceite.

AGUA.- La presencia y cantidad aproximada de agua se detecta por la "Prueba de Chisporroteo"

COMBUSTIBLE (Fuel).- La contaminación con combustible se comprueba por la "Prueba de Destello".

GLICOL (Anticongelante).- La presencia de anticongelante se determina mediante una prueba química (añadir un reactivo químico a la muestra de aceite). Cambio de color en la prueba química.

3.3.4.- Conteo de Partículas.

Se utiliza como equipo un Contador de Partículas. Cuantifica y categoriza, según el tamaño, la cantidad de partículas existentes en el aceite hasta un tamaño mayor o igual que 50 micras. Cuantifica tanto las partículas metálicas como las no metálicas.

3.3.5.- Viscosidad.

Existen 2 escalas de medición

- A 40°C (Representa la temperatura de ambiente)
- A 100°C (Representa la temperatura de operación)

3.3.6. -Índice PQ.

El PQ es un equipo automático para determinar cuantitativamente el nivel de partículas ferromagnéticas en muestras de aceites usados. Estas partículas ferrosas pueden provenir del acero, hierro o alguna aleación ferrosa que son incluidos mayores que 10 micras.

3.4.- ANALISIS DE ELEMENTOS.

Fierro (Fe):

Máximo 235 ppm. El fierro en particulado suave se atribuye al asentamiento y desgaste por abrasión. Generalmente es detectado en inspecciones de tapones magnéticos presente en una delicada pasta en forma de corona, Desgaste de Piñón solar, engranajes de alta y baja, Ring Gears. El Fierro en particulado pesado o grueso corresponde a daños principalmente por la ruptura de uno de los componentes de engrane ya sea Piñón solar, engranajes de alta y baja velocidad, drive shaft o ring Gears, complementación con Zinc, además podría haber complementación si el Fierro es de combinación platinada con rodamientos de alta o baja velocidad. Para este caso existe la complicidad de Cromo y Níquel. Recomendaciones. Se debe en primer lugar revisar tapones magnéticos, inspeccionar cautelosamente los dientes de engranaje Del piñón y planetarios. En el caso de haber daño se debe realizar el reemplazo del piñón solar y realizar El cambio de aceite para liberar de la contaminación en suspensión al resto de los componentes.

Cobre (Cu):

Máximo. 35 ppm. El Cu proviene generalmente de las golillas axiales ubicadas en la tapa de inspección o en el eje drive shaft, ambos desgastes son atribuibles a problemas axiales. Si el Cu es pesado o en forma de grano pequeño este proviene de los canastillos de algún rodamiento colapsado ó en el mejor de los casos es una partícula desprendida de la ruptura de la golilla interior. Recomendaciones. Realice inspecciones de la golilla de la tapa , ver descoloramiento de la cara del piñón solar y retenedor De tres piezas si existe deberá realizar el procedimiento de inspección de la golilla interior.

Cromo (Cr):

Máximo. 3 ppm. El Cromo proviene exclusivamente de los rodamientos de alta o baja velocidad, este elemento generalmente viene acompañado con Fe, las características principales en una inspección es encontrar un tapón magnético en forma de escamas y color platinado.

Níquel (Ni):

Máximo. 3 ppm. El níquel generalmente proviene del desgaste del tren de engranajes. Alta y baja velocidad, más ring gears.

Calcio (Ca):

Máximo. 50 ppm. El calcio proviene directamente del fluido hidráulico, si tenemos la presencia de este elemento se debe chequear inmediatamente la viscosidad. Además debería existir la presencia de Fosforo en la muestra.

Zinc (Zn):

Máximo. 50 ppm. En combinación con calcio y fosforo se trataría de un problema del sistema hidráulico. El Zinc acompañado con Fe se trataría de un problema de desgaste de engranajes.

Fosforo (P):

Máximo. 250 ppm. Correspondería a un problema de traspaso de aceite hidráulico. Chequear el elemento de Calcio.

3.5.-DISPONIBILIDAD.**3.5.1.-Disponibilidad Contractual (DC).**

Es el porcentaje de las horas nominales tomando solamente en cuenta los sistemas (mecánico, eléctrico y mantenimiento programado), incluyendo dentro de las horas de detención las horas por Reparaciones Imprevistas. Con respecto al mantenimiento programado solo se tomaran en cuenta las paradas que sobrepasan las 8 horas de mantenimiento. Es decir excluimos todas las que son propias del cliente.

$$\text{Disponibilidad Contractual} = \sum \text{Hr stipo RI}_{(\text{Flota})} + \sum \text{Hr stipo [MP-8]}_{(\text{Flota})} \quad ; \quad \text{MP} > 8 \text{ horas.}$$

3.5.2.-Disponibilidad Física (DF).

Es el porcentaje de las horas nominales en que los equipos están disponibles, asumiendo el 100% de las horas en que los equipos estuvieron detenidos, incluyendo dentro de las horas de detención las horas por mantenimiento programado (MP), reparación imprevista(RI),reparación programada (RP) y externo (EX).

La disponibilidad física es un indicador estándar en el ámbito mundial para medir el desempeño de los equipos y, por lo tanto, usualmente éste se utiliza para realizar comparaciones entre equipos bajo contratos diferentes.

$$\% \text{ Disp. Física} = \frac{\text{Horas nominal total} - \sum \text{HrstipoRI} - \sum \text{HrstipoMP} - \sum \text{HrstipoRP} - \sum \text{HrstipoEXT}}{\text{Horas nominal total}}$$

3.6.-UTILIZACIÓN (UT).

Es el porcentaje de horas disponibles en que los equipos se encontraban operando. La utilización mide el grado de uso del equipo, lo que define en gran medida las estimaciones de HH, repuestos, componentes, etc.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Horas totales de operación de la flota de camiones}}{\text{Horas totales del mes de la flota de camiones}}$$

3.7.-TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBF).

Corresponde al tiempo promedio entre dos fallas imprevistas consecutivas considerando el total del tiempo operado y el número de fallas imprevistas ocurridas. El MTBF permite hacerse una idea de la frecuencia de las caídas, lo que está íntimamente relacionado con la confiabilidad del equipo, en términos prácticos se calcula en base a las horas operadas dividido por el número o suma total de detenciones del sistema, equipo, flota u otros en el periodo en que se miden las horas operacionales.

Este indicador nos da la medida de **CONFIABILIDAD**.

Refleja la confiabilidad del equipo: la capacidad del equipo de operar sin falla imprevista.

$$MTBF = \frac{Hrs\ Operacionales}{\sum Detenciones}$$

Dónde: $\sum Detenciones = \sum$ cantidades reparaciones imprevistas

3.8.-TIEMPO PROMEDIO POR REPARACIÓN (MTTR).

El tiempo promedio que toma la reparación de una falla imprevista. El MTTR mide la eficiencia y calidad de las reparaciones, y permite estimar el tiempo de indisponibilidad asociado a una determinada falla imprevista ya sean de un sistema, equipo, flota u otros. Se calcula en base a un total de horas utilizadas en la reparación imprevista dividido por el número o suma total de detenciones del sistema, equipo, flota u otros en el periodo en que se miden las horas operaciones.

Este indicador nos da la medida de MANTENIBILIDAD.

$$MTTR = \frac{\sum Horatipo Ri}{\sum Detenciones}$$

Dónde: $\sum Detenciones = \sum$ cantidades reparaciones imprevistas

3.9.-TIEMPO PROMEDIO ENTRE REPARACIÓN (MTBS).

Es el tiempo promedio entre reparaciones imprevistas. Mide la eficiencia y calidad entre las reparaciones. Permite determinar el tiempo promedio que ocurre entre fallas imprevistas.

El indicador es:

$$MTBS = \frac{Hrs Operacionales}{\# MP + \# RP + \# RI}$$

Dónde:

Hrs Operacionales: Horas trabajadas de la flota en el mes.

MP: Cantidad de mantenimientos preventivos en el mes.

RP: Cantidad de reparaciones programadas en el mes.

RI: Cantidad de reparaciones imprevistas.

3.10.- CONCEPTO Δ MP (DESVIACIÓN DE MP).

% Δ MP: Es la diferencia porcentual entre dos mantenciones preventivas consecutivas con respecto al nominal fijado para la actividad en ciclos cada 250 Hrs. La metodología del cálculo es la siguiente:

$$\% \Delta MP = \frac{HrsMP_{Real} - 250}{250}; \quad HrsMP_{Real} \geq 250$$

Refleja el cuidado del equipo y la capacidad de realizar actividades necesarias pre-establecidas por el fabricante en el equipo.

3.11.- CONFIABILIDAD.

- La confiabilidad del equipo debe ser muy importante para los programadores de Mantenimiento.
- “No tenemos fallas o problemas de confiabilidad” debe ser una frase normalmente escuchada en Mantenimiento.
- La ausencia de fallas no necesariamente indica una alta confiabilidad. Puede ser simplemente consecuencia de un alto consumo de mano de obra y repuestos.
- Una alta disponibilidad no implica necesariamente a una alta confiabilidad, pero ésta siempre asegura alta disponibilidad y seguridad.

Alta Disponibilidad = Alta Confiabilidad

Alta Confiabilidad → Alta Disponibilidad y Seguridad

3.12.- CONCEPTO % PROGRAMADO VS IMPREVISTO

- **% Programado.-** Este valor porcentual (%) representa la relación existente entre el tiempo de intervención programada realizada a un sistema, equipo o flota con relación al total del tiempo de detención del equipo o flota (tiempo de actividad programada + tiempo de actividades imprevistas). Una actividad programada es aquella en la cual se establece la actividad a realizar, el tiempo de duración y la hora de intervención, con 24 horas de anticipación. Este margen, desde el punto de vista del cliente puede variar dependiendo de su concepto de intervención programado e imprevisto establecido en su registro y control de las detenciones.
- **% Imprevisto.-** 100% - %Programado.

$$\% Prog = \frac{\Sigma HorastipoMp + HorastipoRp}{\Sigma HorastipoRi + HorastipoMp + HorastipoRp}$$

CAPITULO IV: ESTUDIO DEL CASO REAL

4.1.- REPORTE DE ANALISIS DE ACEITE

Cuadro 1.1 Análisis de aceite camión Komatsu K-114

VQC114 Komatsu 930E															
			ANALISIS DE ELEMENTOS (PPM)												Cambio
Comp	FECHA	Hrs Comp	Hrs Aceite	Fe	Cu	Pb	Sn	Cr	Al	Si	Na	VISC	TAN	TBN	Aceite
Motor	20140710	3517	503	10	1	3	0	1	1	5	4	82			SI
	20140614	3014	459	10	1	3	0	1	1	6	2	88	8.12		SI
	20140520	2556	510	12	1	3	0	1	1	5	3	95	8.12		SI
	20140422	2045	487	11	2	2	0	1	1	6	2	90	6.82		SI
	20140329	1558	485	10	6	2	0	1	1	6	3	91	8.19		SI
Motor de Tracción derecho	20140710	12145	1959	155	4	0	0	1	1	8	0	560			SI
	20140614	11642	1456	142	4	2	0	1	1	9	0	537			NO
	20140520	11183	997	128	4	1	0	1	1	11	0	587			NO
	20140422	10673	487	97	4	1	0	1	1	12	0	607			NO
	20140403	10309	123	55	3	1	0	0	0	15	0	739			NO
Motor de Tracción Izquierdo	20140710	26324	1959	24	6	1	0	1	1	9	0	552			SI
	20140614	25821	1456	30	8	0	0	0	0	10	0	643			NO
	20140520	25363	997	23	7	0	0	1	0	10	0	597			NO
	20140422	24852	487	29	8	1	0	0	1	12	0	599			NO
	20140403	24489	123	14	6	1	0	0	1	14	0	626			NO
Sistema Hidráulico	20140710	26324	1959	3	8	0	0	0	1	5	3	92			NO
	20140614	25821	1456	6	26	2	0	0	1	5	2	97			NO
	20140520	25363	997	5	19	1	0	0	1	5	2	87			NO
	20140422	24852	487	5	19	2	0	0	2	8	6	90			NO

Fuente: Reporte de gestión y Operación Komatsu Agosto 2014

Cuadro 1.2 Análisis de aceite camión Komatsu K-107

VQC107 Komatsu 930E																
			ANALISIS DE ELEMENTOS (PPM)													Cambio
Comp	FECHA	Hrs Comp	Hrs Aceite	Fe	Cu	Pb	Sn	Cr	Al	Si	Na	VISC	TAN	TBN	Aceite	
Motor	20140704	504	312	9	1	5	0	1	1	5	2	93		8.62	SI	
	20140605	4406	513	10	1	6	0	1	2	9	4	94		8.08	SI	
	20140508	3892	496	10	2	9	0	1	1	8	6	93		8.11	SI	
	20140412	3401	491	9	2	5	0	1	2	10	7	94		7.92	NO	
	20140318	2904	443	9	3	4	0	0	3	13	6	91		8.73	SI	
Motor de Tracción derecho	20140704	2783	2327	168	2	1	0	2	1	10	0	581			NO	
	20140605	11267	1501	6	24	3	0	1	2	8	3	98			NO	
	20140508	10753	988	130	2	1	0	2	1	12	0	574			SI	
	20140412	10262	491	85	3	2	0	1	2	19	1	598			NO	
	20140318	9765	1878	207	4	1	0	3	0	17	0	641			NO	
Motor de Tracción Izquierdo	20140704	1770	1770	154	18	1	0	1	1	11	0	570			NO	
	20140605	25594	1501	104	18	0	0	1	1	13	1	637			NO	
	20140508	25080	988	90	21	1	0	1	0	11	0	541			SI	
	20140412	24589	491	54	20	1	0	1	1	15	1	573			NO	
	20140318	24092	1878	41	5	1	0	0	0	6	0	602			NO	
Sistema Hidráulico	20140704	104085	2327	5	30	3	0	1	1	5	2	85			NO	
	20140605	28436	1501	159	3	0	0	2	1	14	1	606			NO	
	20140508	26722	988	4	20	2	0	0	1	5	2	89			NO	
	20140412	27431	491	4	17	3	0	1	3	15	5	92			NO	

Fuente: Reporte de gestión y Operación Komatsu Agosto 2014

Cuadro 1.3- Análisis de aceite del sistema hidráulico

Usuario de web : VPSP21E
Código de Muestra: RM272201

N° de Registro : 00692559/BHY
El código adjunto es indispensable colocarlo en las etiquetas

Aceite Lubricante: MOBIL SAE 10W
Equipo : CAMION KOMATSU
Cliente : PRUEBA DE CAMIONES 930E-4SE-CUAJONE
Modelo/ Serie: CUAJONE 930E-4SE/A31811

Componente: **SISTEMA HIDRAULICO**
Capacidad: 350
Relleno (L): 0



COMENTARIOS

(INFO.CLIENTE:CAMBIO DE ACEITE/NO/CAMBIO DE FILTRO:SI). 1.SALUD Lubricante dentro de parámetros de servicio. 2.CONTAMINACIÓN No hay evidencia de contaminación. 3.DESGASTES Desgastes normales. 4.RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo.

RESULTADOS

Muestra N°	RM272201	RT261201	RT286401
Nombre Aceite Lubricante	MOBIL SAE 10W		
Fecha de toma de muestra	30/08/2014	14/08/2014	02/08/2014
Equipo (km/h)	1567	1246	1055
Aceite (km/h)	1567	1246	1055
Relleno (L)	0	0	0

Viscosidad a 40°C /ASTMD7279

Viscosidad 40°C cSt	38.08	37.84	38.52
---------------------	-------	-------	-------

Agua (Crackle)/SGS-OGC-ME-03

Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
------	----------	----------	----------

Métales /ASTM D5185

Hierro (Fe), ppm	3	3	4
Cromo (Cr), ppm	0	0	0
Plomo (Pb), ppm	0	0	0
Cobre (Cu), ppm	2	2	2
Estaño (Sn), ppm	1	0	0
Aluminio (Al), ppm	2	2	1
Níquel (Ni), ppm	0	0	0
Plata (Ag), ppm	0	0	0
Silicio (Si), ppm	4	4	4
Boro (B), ppm	1	1	3
Sodio (Na), ppm	0	5	5
Magnesio (Mg), ppm	10	9	8
Molibdeno (Mo), ppm	0	0	0
Titanio (Ti), ppm	0	0	0
Vanadio (V), ppm	0	0	0
Manganeso (Mn), ppm	0	0	0
Potasio (K), ppm	2	2	2
Cadmio (Cd), ppm	0	0	0
Fósforo (P), ppm	964	949	897
Zinc (Zn), ppm	1158	1098	1053
Calcio (Ca), ppm	3157	2976	3027
Bario (Ba), ppm	0	0	0

Tamaño de Part./ASTMD6786

N° de part >4µm	1123	373	879
N° de part >6µm	398	153	408
N° de part >10µm	132	52	134
N° de part >14µm	52	26	34
N° de part >21µm	9	5	7
N° de part >38µm	4	0	0
N° de part >70µm	0	0	0

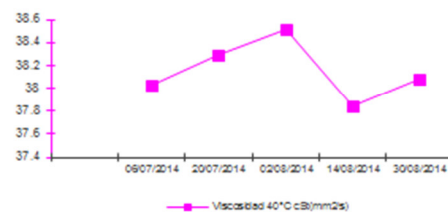
Conteo de partículas/ISO 4406

Comentarios	Verde	Verde	Verde
-------------	-------	-------	-------

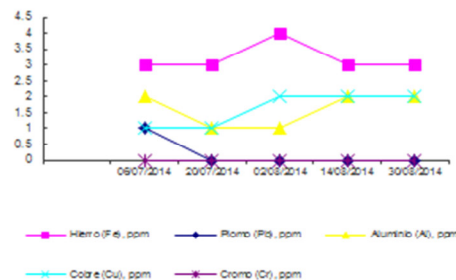
RESULTADOS

Tamaño de partícula	17/16/13	16/14/12	17/16/12
Indice de partículas ferrosas			
Indice PQ	5	0	5

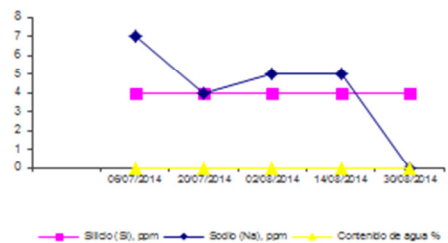
Propiedades del aceite



Desgaste



Contaminación



Fuente: Reporte de gestión y Operación Komatsu Agosto 2014

Cuadro 1.4- Análisis de aceite de Mando Final Izquierdo

Usuario de web : VPSP21E
Código de Muestra: RM272203

Nº de Registro : 00692559/MPTB
El código adjunto es indispensable colocarlo en las etiquetas

Aceite Lubricante: MOBIL ISO 680
Equipo : CAMION KOMATSU K-116
Cliente : PRUEBA DE CAMIONES 330E-4SE-CUAJONE
Modelo/ Serie: CUAJONE 330E-4SE/A31811

Componente: **MANDO FINAL IZQUIERDO**
Capacidad: 3
Relleno (L): 0



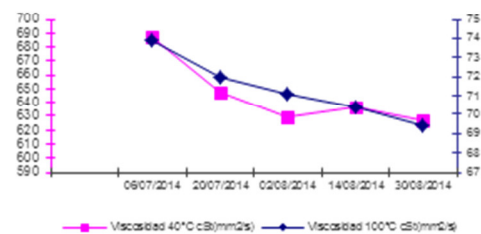
COMENTARIOS

INFO.CLIENTE/CAMBIO DE ACEITE/NO/CAMBIO DE FILTRO/SI). 1.SALUD Lubricante dentro de parámetros de servicio. 2.CONTAMINACIÓN No se evidencia presencia de contaminación. 3.DESGASTES Desgastes mantienen tendencia. 4.RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo.

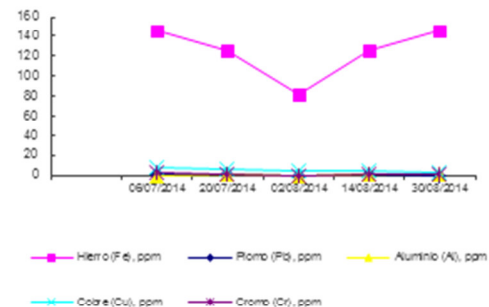
RESULTADOS

Muestra N°	RM272203	RT261203	RT286403
Nombre Aceite Lubricante	MOBIL ISO 680		
Fecha de toma de muestra	30/08/2014	14/08/2014	02/08/2014
Equipo (km/h)	1567	1246	1055
Aceite (km/h)	1511	1196	1005
Relleno (L)	0	0	0
Viscosidad a 40°C /ASTMD7279			
Viscosidad 40°C cSt	626.95	635.94	629.39
Viscosidad a 100°C /ASTMD7279			
Viscosidad 100°C cSt	69.45	70.36	71.1
Agua (Crackle)/SGS-OGC-ME-03			
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Métales /ASTM D5185			
Hierro (Fe), ppm	145	126	81
Cromo (Cr), ppm	1	1	0
Plomo (Pb), ppm	0	1	0
Cobre (Cu), ppm	3	5	4
Estaño (Sn), ppm	1	0	0
Aluminio (Al), ppm	1	1	0
Niquel (Ni), ppm	0	0	0
Plata (Ag), ppm	0	0	0
Silicio (Si), ppm	22	21	21
Boro (B), ppm	34	19	60
Sodio (Na), ppm	0	1	0
Magnesio (Mg), ppm	4	3	1
Molibdeno (Mo), ppm	0	0	0
Titanio (Ti), ppm	0	0	0
Vanadio (V), ppm	0	0	0
Manganeso (Mn), ppm	2	1	1
Potasio (K), ppm	1	0	0
Cadmio (Cd), ppm	0	0	0
Fósforo (P), ppm	252	249	249
Zinc (Zn), ppm	27	21	24
Calcio (Ca), ppm	15	11	27
Bario (Ba), ppm	0	0	0
Indice de partículas ferrosas			
Indice PQ	78	63	79
Comentarios	Verde	Verde	Verde

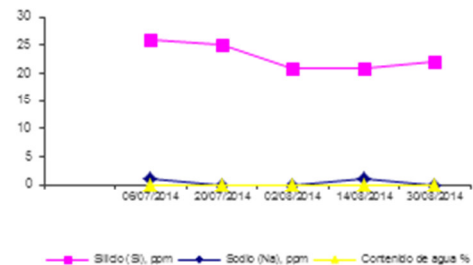
Propiedades del aceite



Desgaste



Contaminación



Fuente: Reporte de gestión y Operación Komatsu Agosto 2014

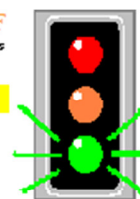
Cuadro 1.5- Análisis de aceite de Mando Final Derecho

Usuario de web : VPSP21E
Código de Muestra: RM272202

N° de Registro : 00692559/JPTF
El código adjunto es indispensable colocarlo en las etiquetas

Aceite Lubricante:	MOBIL ISO 680
Equipo :	CAMION KOMATSU K-116
Cliente :	PRUEBA DE CAMIONES 330E-4SE-CUAJONE
Modelo/ Serie:	CUAJONE 330E-4SE/A31811

Componente:	MANDO FINAL DERECHO
Capacidad:	3
Relleno (L):	0



CONTACTOS

Diagnosticador: Diana Oré/Jesenia Alvarado/Katty Felipe/ Carolina Montoro/Félix Canales
Asistente Adm.: Rosa Rivadeneira

Página web: <http://vernolab-tech.fr.sgs.com/>
Email : pe.lubeanalyst@sgs.com

COMENTARIOS

(INFO.CLIENTE:CAMBIO DE ACEITE:NO/CAMBIO DE FILTRO:SI). 1.SALUD Lubricante dentro de parámetros de servicio. 2.CONTAMINACIÓN No se evidencia presencia de contaminación. 3.DESGASTES Desgastes normales. 4.RECOMENDACIONES. Continuar con envío de muestra para monitoreo.

RESULTADOS

Muestra N°	RM272202	RT261202	RT286402
Nombre Aceite Lubricante	MOBIL ISO 680		
Fecha de toma de muestra	30/08/2014	14/08/2014	02/08/2014
Equipo (km/h)	1567	1246	1055
Aceite (km/h)	1511	1196	1005
Relleno (L)	0	0	0

Viscosidad a 40°C /ASTMD7279

Viscosidad 40°C cSt	601.85	619.32	594.67
---------------------	--------	--------	--------

Viscosidad a 100°C /ASTMD7279

Viscosidad 100°C cSt	68.29	69.12	69.72
----------------------	-------	-------	-------

Agua (Crackle)/SGS-OGC-ME-03

Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
------	----------	----------	----------

Métales /ASTM D5185

Hierro (Fe), ppm	109	82	80
Cromo (Cr), ppm	0	1	0
Plomo (Pb), ppm	0	0	0
Cobre (Cu), ppm	4	5	4
Estaño (Sn), ppm	2	0	0
Aluminio (Al), ppm	1	1	0
Niquel (Ni), ppm	0	0	0
Plata (Ag), ppm	0	0	0
Silicio (Si), ppm	21	21	21
Boro (B), ppm	32	18	56
Sodio (Na), ppm	0	1	0
Magnesio (Mg), ppm	1	1	2
Molibdeno (Mo), ppm	0	0	0
Titanio (Ti), ppm	0	0	0
Vanadio (V), ppm	0	0	0
Manganeso (Mn), ppm	1	1	1
Potasio (K), ppm	1	0	0
Cadmio (Cd), ppm	0	0	0
Fósforo (P), ppm	240	243	251
Zinc (Zn), ppm	27	20	29
Calcio (Ca), ppm	23	17	47
Bario (Ba), ppm	0	0	0

Indice de particulas ferrosas

Indice PO	46	39	37
-----------	----	----	----

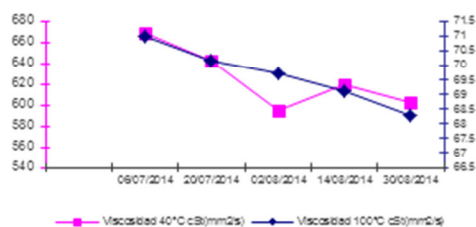
Comentarios

Verde

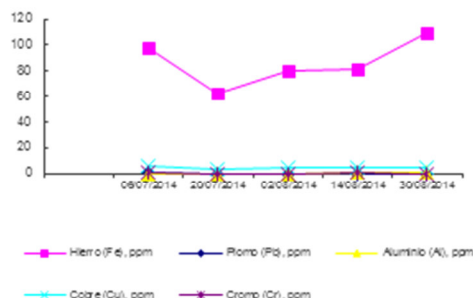
Verde

Verde

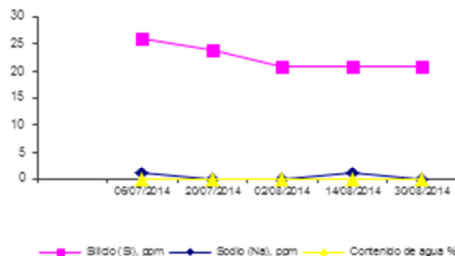
Propiedades del aceite



Desgaste



Contaminación



Fuente: Reporte de gestión y Operación Komatsu Agosto 2014

4.2.- REPORTE DE GESTIÓN SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

4.2.1.-RESUMEN EJECUTIVO– “Flota de camiones Komatsu 930E - 3&4”

La disponibilidad Contractual de la Flota en el mes de Agosto fue de 93.7 %.

La disponibilidad Física de la Flota en el mes de Agosto fue de 87.9 %.

Las paradas con mayor impacto en la disponibilidad de la flota de camiones 930E-3&4 son las siguientes (por equipo).

Cuadro 1.6- Paradas con mayor impacto en los camiones Komatsu 930E - 3

Equipo	Fecha	Actividad	Duración paradas mayores (horas)	Porcentaje de paradas mayores en términos de disponibilidad	Horómetros de Equipo y/o Motor Diesel	Disponibilidad física de equipo actual
K100	02/08/2013	Espera de repuesto tarjeta 179	47.90	6.44%	64292	83.60%
	06/08/2013	Se reviso harness por presencia de alarma de MODI	39.24	5.27%	64372	
	08/08/2013	Cambio de llantas #3 y #4	3.36	0.45%	64412	
K101	07/08/2013	Chequeo de contactores , no propulsión	21.42	2.88%	59631	90.71%
	21/08/2013	Se cambió sensor de nivel de MODI	9.53	1.28%	59911	
K102	02/08/2013	Chequeo de contactores , no propulsión	8.53	1.15%	56796	78.47%
	06/08/2013	Se ajusto manguera por fuga hidráulica	7.03	0.94%	56863	
	09/08/2013	Chequeo de contactores , no propulsión	37.74	5.07%	56923	
	15/08/2013	Cambio de Motor de Tracción RH	40.74	5.48%	56995	
	26/08/2013	Se chequeó sensor de límite de tolva	10.94	1.47%	57196	
K103	01/08/2013	Cambio de llantas #5 y #6	3.64	0.49%	51306	89.81%
	16/08/2013	Instalación de ductos de transición al alternador	19.65	2.64%	51608	
	18/08/2013	Se cambió bulbo de luces direccionales	12.23	1.64%	51637	
K104	08/08/2013	Se chequeó sensor de límite de tolva	7.57	1.02%	51755	85.5%
	08/08/2013	Espera de módulo de control de balanza	23.69	3.18%	51755	
	14/08/2013	Cambio de manguera por fuga de refrigerante	8.57	1.15%	51875	
	15/08/2013	Se nivelaron suspensiones delanteras y posteriores	10.33	1.39%	51895	
	27/08/2013	Cambio de manguera por fuga de refrigerante	7.55	1.02%	51982	
K105	04/08/2013	Cambio de culatas L1-R6 por garantía	20.22	2.72%	49348	79.61%
	13/08/2013	Se reviso sistema de calefacción	12.75	1.71%	49528	
	19/08/2013	Se instaló Motor Diesel	83.06	11.16%	49648	
	25/08/2013	Se revisó sensor de presión de aceite de motor	4.44	0.60%	49768	

Fuente: Reporte de gestión y Operación Komatsu Agosto 2013

Cuadro 1.7- Paradas con mayor impacto en los camiones Komatsu 930E-4

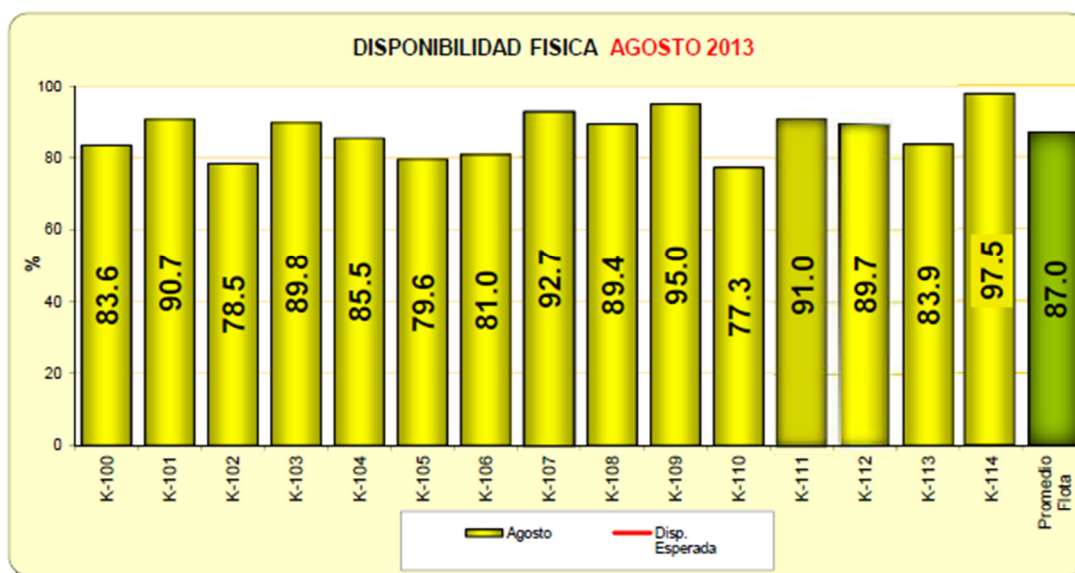
K106	12/08/2013	Cambio de llantas #1 #2 #3 y #4	9.29	1.25%	40490	80.98%
	15/08/2013	Se ajusto manguera por fuga hidraulica	12.33	1.66%	40550	
	27/08/2013	Se nivelaron suspensiones delanteras y posteriores	21.05	2.83%	40790	
	29/08/2013	Se reparo fuga por valvula del sistema de direcccion	30.12	4.05%	40830	
K107	09/08/2013	Cambio de llanta #5 por desgaste	5.80	0.78%	23051	92.65%
	10/08/2013	Cambio de manguera por fuga de refrigerante	5.41	0.73%	23071	
	24/08/2013	Se ajusto manguera por fuga hidraulica	4.27	0.57%	23351	
K108	06/08/2013	Se chequeo asiento de operador	1.77	0.24%	23240	89.39%
	10/08/2013	Se cambio bulbo de luz de carretera	2.06	0.28%	23320	
	16/08/2013	Cambio de filtros de combustible	1.63	0.22%	23440	
K109	07/08/2013	Se ajusto manguera por fuga hidraulica	2.08	0.28%	23600	95.03%
	24/08/2013	Por cambio de aro rajado rotacion de llanta #4y #5	5.09	0.68%	23940	
	27/08/2013	Se chequeo sistema de lubricacion de MODI	2.30	0.31%	24000	
K110	01/08/2013	Se reviso sistema electrico del pedal de retardo	16.89	2.27%	23375	77.32%
	02/08/2013	Chequeo de contactores , no propulsión	15.89	2.14%	23395	
	07/08/2013	Cambio de Bocamaza RH por fuga	32.04	4.31%	23466	
	20/08/2013	Cambio de Motor de Tracción LH	68.44	9.20%	23726	
K111	16/08/2013	Se chequeo sistema de lubricacion de MODI	6.66	0.90%	20180	91.02%
	18/08/2013	Cambio de filtros de combustible	2.09	0.28%	20220	
	24/08/2013	Se cambio ventilador del sistema de enfriamiento	12.54	1.69%	20340	
K112	07/08/2013	Cambio de llantas #5 y #6	4.18	0.56%	20350	89.72%
	14/08/2013	Se Instaló Motor Diesel	44.69	6.01%	20440	
	19/08/2013	Cambio de filtros de combustible	4.51	0.61%	20540	
K113	12/08/2013	Chequeo de contactores , no propulsión	33.74	4.53%	20167	83.88%
	16/08/2013	Inspección de tarjeta Inversora 179	15.05	2.02%	20229	
	18/08/2013	Se cambio sellos de inyectores	18.19	2.44%	20269	
K114	26/08/2013	Cambio de filtros de combustible	0.26	0.03%	20223	97.48%
	28/08/2013	Nivelación de presiones	0.48	0.06%	20263	

Fuente: Reporte de gestión y Operación Komatsu Agosto 2013

4.2.2.-DISPONIBILIDAD

La disponibilidad física de la flota de acarreo Komatsu 930E-3 y 930E-4 es 87.9%

Cuadro 1.8- Disponibilidad Física



Fuente: Reporte de gestión y Operación Komatsu Agosto 2013

4.3.- INDICADORES DE GESTIÓN.

4.3.1.-Resumen de Horómetros.

Son las horas de operación trabajadas por cada camión en el mes de Agosto.

Cuadro 1.9- Resumen de horómetros

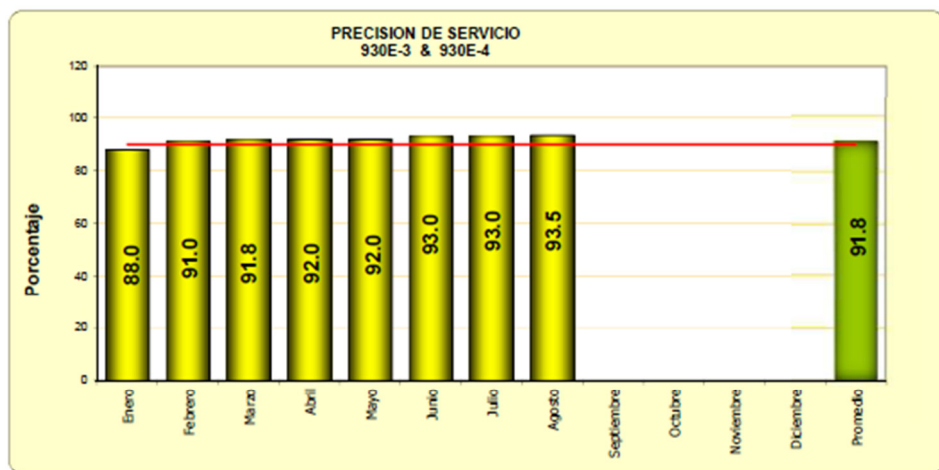
RESUMEN DE HORÓMETROS			
Modelo	Código SPCC	Horas Operación/Mes	Promedio de Horas/Día
930E-3	K-100	622	20.06
930E-3	K-101	675	21.77
930E-3	K-102	584	18.84
930E-3	K-103	668	21.55
930E-3	K-104	636	20.52
930E-3	K-105	592	19.10
930E-4	K-106	603	19.45
930E-4	K-107	689	22.23
930E-4	K-108	665	21.45
930E-4	K-109	707	22.81
930E-4	K-110	575	18.55
930E-4	K-111	677	21.84
930E-4	K-112	668	21.55
930E-4	K-113	624	20.13
930E-4	K-114	725	23.39
Camión Eléctrico 930E-3&4		9710.00	20.88

Fuente: Reporte de gestión y Operación Komatsu Agosto 2013

4.3.2.-Precisión de Servicio.

En el mes de agosto la flota de camiones presentó una dispersión de servicio de 77 % ya que de los 21 programaciones de mantenimiento solo 5 se cumplió en sus horas exactas.

Cuadro 1.10.- Precisión de Servicio.

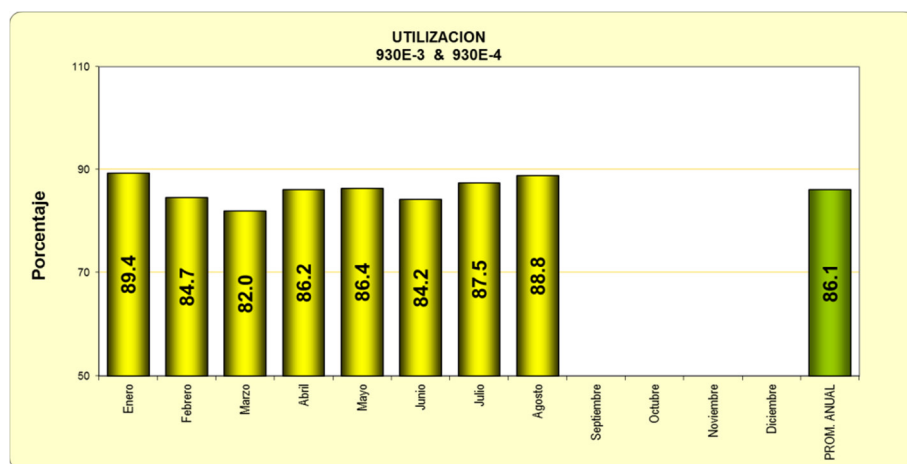


Fuente: Reporte de gestión peraciónKomatsu Agosto 2013

4.3.3.- Utilización.

La utilización del mes de Agosto de la flota de camiones es 88.8%.

Cuadro 1.11.- Precisión de Servicio.

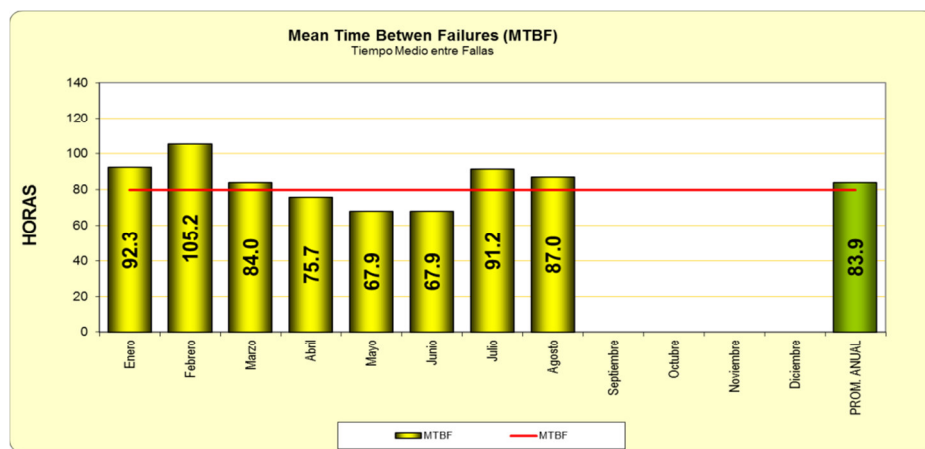


Fuente: Reporte de gestión peraciónKomatsu Agosto 2013

4.3.4.- Tiempo promedio entre fallas.

El tiempo promedio entre fallas en el mes de Agosto es de 87%

Cuadro 1.12.- Tiempo medio entre fallas.

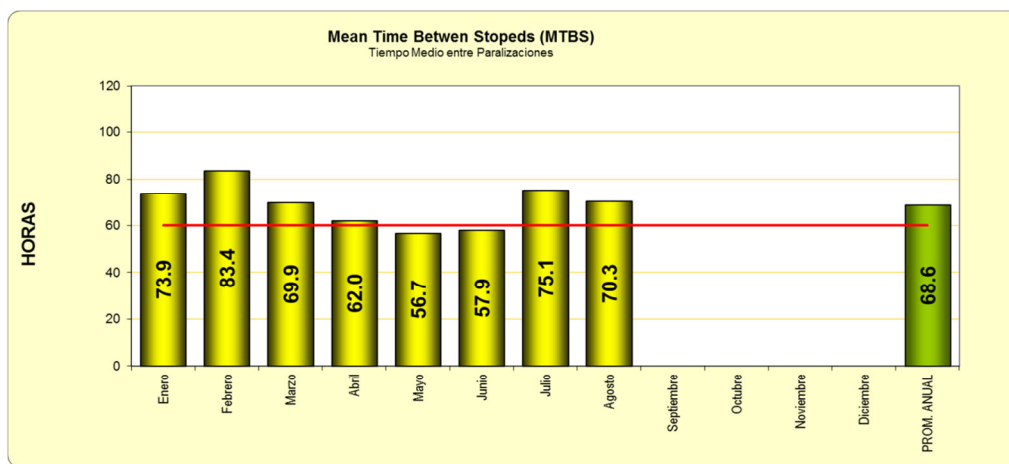


Fuente Reporte de gestión y operación Komatsu Agosto 2013

4.3.5.- Tiempo promedio entre reparaciones.

El tiempo promedio entre reparaciones en el mes de agosto es 70.3 hrs

Cuadro 1.13.- Tiempo Medio entre Reparación.

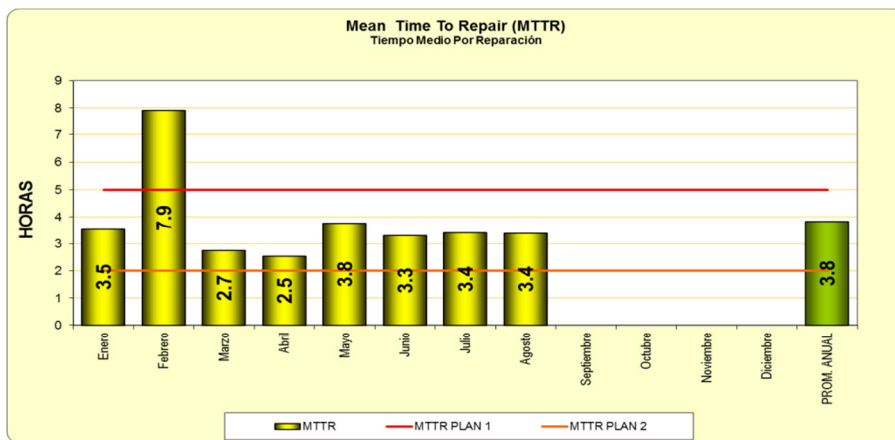


Fuente: Reporte de gestión peraciónKomatsu Agosto 2013

4.3.6.- Tiempo promedio por reparación.

El tiempo promedio por reparación de la flota de camiones Komatsu 930E-3&4 en el mes de Agosto es 3.4 hrs

Cuadro 1.14.- Tiempo Promedio por Reparación.

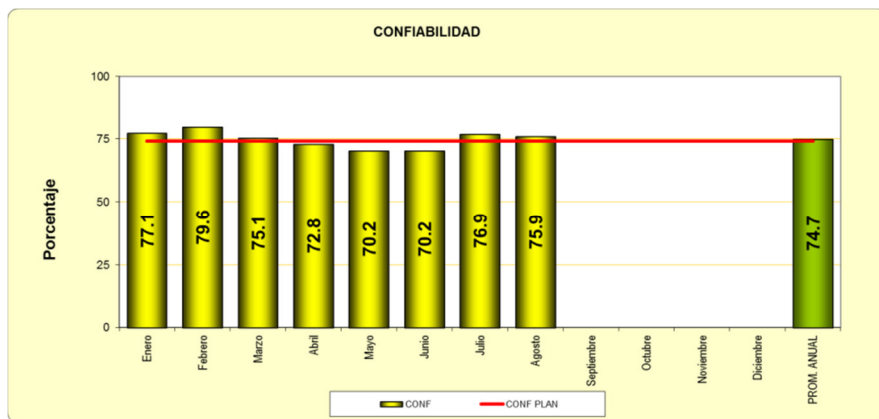


Fuente Reporte de gestión y operación Komatsu Agosto 2013

4.3.7.- Confiabilidad.

La confiabilidad de la flota de camiones Komatsu 930E-3&4 en el mes de agosto es: 75.9%.

Cuadro 1.15.- Confiabilidad

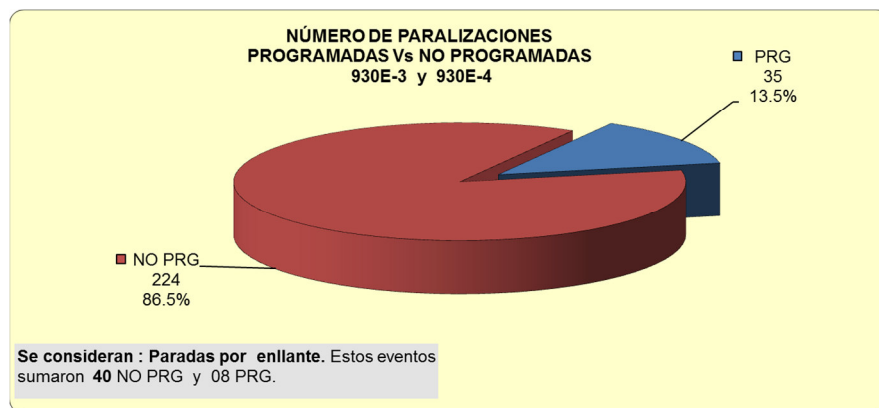


Fuente Reporte de gestión y operación Komatsu Agosto 2013

4.3.8.- Numero de paralizaciones programadas vs las no programadas- 930E-3&4

El número de paralizaciones no programadas es de 224 eventos equivalente al 85.5% y las paralizaciones programadas es de 35 eventos durante el mes de Agosto equivalente al 13.5%.esto no incluye paradas por enllante las cuales son 40 eventos no programados y 08 eventos programados.

Cuadro 1.16.- Paralizaciones Programadas Vs No Programadas.

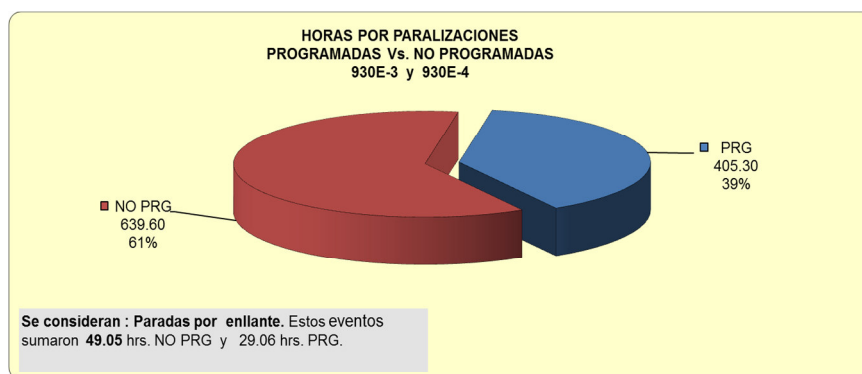


Fuente: Reporte de gestión peraciónKomatsu Agosto 2013

4.3.9.- Horas por paralizaciones programadas vs las no programadas 930E-3&4

Las horas de paralizaciones no programadas equivalen a 639 hrs que equivale al 61% y las paralizaciones programadas equivalen a 405.30 hrs, no incluyen paradas por enllante las cuales son 49.05 hrs no programadas y 29.06 hrs programadas.

Cuadro 1.17.- Paralizaciones Programadas



Fuente Reporte de gestión y operación Komatsu Agosto 2013

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

- El análisis de lubricante debe considerar la función del aceite, viscosidad, índice de viscosidad, punto de fluidez para mejorar la competitividad de los componentes con un mínimo de deterioro de desgaste y paradas imprevistas.
- En el análisis de los elementos de aceite se debe cambiar cuando supera los límites máximos y mínimos establecidos en el caso del Hierro (Fe) es máximo 235 ppm, del Cobre (Cu) es 35 ppm, del Cromo (Cr) es 3 ppm, del Niquel (Ni) es 3 ppm y del Calcio (Ca) es 50 ppm.
- Se debe muestrear en el caso del motor cada 100 horas, para monitorear el desgaste de los componentes que lo conforman, y en el caso del equipo se debe muestrear cada 250 horas.
- Las muestras deben ser remitidas al laboratorio cuyo resultado darán la alerta y la necesidad del cambio de aceite.
- La falta de los resultados del laboratorio implicaría que si un equipo ingresa a taller para su mantenimiento podría prolongarse su permanencia y por ende disminuiría la disponibilidad del equipo.
- Los valores recomendables de disponibilidad deben estar alrededor del 94 %.
- El tiempo medio entre fallas debe ser 80 horas.
- El tiempo medio entre reparaciones debe ser 60 horas
- El tiempo promedio por reparación debe estar entre 2 a 5 horas.
- La confiabilidad de la flota no debe ser menor de 75 %.

RECOMENDACIONES.

- Es necesario que se hagan revisiones de los procedimientos de mantenimiento cada seis meses, para verificar si están funcionando adecuadamente, de lo contrario hay que hacer los ajustes necesarios.
- Cuando se tome la decisión de tomar un modelo de gestión del mantenimiento basado en las Normas ISO 9000, tomar en cuenta que el responsable del proceso documentado es quien tiene que redactarlo, para evitar contrariedades, ya que se debe partir de la premisa “Escríbalo como lo hace y hágalo como lo escribió”.
- Se recomienda analizar los índices de mantenimiento propuestos cada mes, y llevar un control de tendencia para mejorar los equipos en donde haya deficiencia, y priorizar las intervenciones.
- Para llevar controles de gestión de calidad del mantenimiento, no necesariamente es obligatorio utilizar software especializado, ya que se pueden hacer de forma sencilla, utilizando bases de datos de las existentes en los paquetes que traen las PC, aunque esto signifique un poco más de esfuerzo, todo dependerá de la velocidad de respuesta de las intervenciones de mantenimiento que se deseen.

BIBLIOGRAFIA

1. Komatsu. (2011). [en línea]. <http://www.komatsu.com/>
2. Manuel Castillo (2007), Gestión del mantenimiento [Manual I] Lima: UNI
3. Mora Gutiérrez, Alberto. (2009). Mantenimiento. Planeación, ejecución y control [Libro]. Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A. Primera Edición.
4. Carrera Pereda, Lionel (2010) Manual de Ingeniería del mantenimiento [en línea] info@maquinariaspesadas.org.
5. Gonzales Fernandez, Francisco Javier. (2011). *Teoría y práctica del Mantenimiento industrial avanzado*. [Libro].

